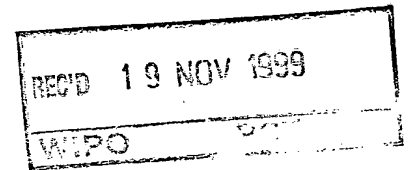




FR99/2599

# BREVET D'INVENTION

**CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION****COPIE OFFICIELLE**

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **08 NOV. 1999**

**DOCUMENT DE PRIORITE**

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS Cédex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04  
Télécopie : 01 42 93 59 30

**This Page Blank (uspto)**

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

Confirmation d'un dépôt par télécopie ☐

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Réservé à l'INPI

DATE DE REMISE DES PIÈCES

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

DÉPARTEMENT DE DÉPÔT

DATE DE DÉPÔT

05 NOV 1998

98 13939 -

05 NOV. 1998

1

**NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE  
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE**

THOMSON multimedia  
46 quai Alphonse Le Gallo  
92648 BOULOGNE CEDEX  
FRANCE

2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle

☒ brevet d'invention ☐ demande divisionnaire

☐ certificat d'utilité ☐ transformation d'une demande de brevet européen

☒ demande initiale

☐ brevet d'invention

n° du pouvoir permanent

PG6076

références du correspondant

PF980078

numéro de téléphone

01 40 56 58 23

☐ certificat d'utilité n°

date

Établissement du rapport de recherche

☐ différé

☒ immédiat

Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance

☐ oui

☒ non

Titre de l'invention (200 caractères maximum)

PROCÉDE DE SYNCHRONISATION D'UNE HORLOGE LOCALE D'UN APPAREIL SUR L'HORLOGE  
D'UN RESEAU DE COMMUNICATION SANS FIL ET DISPOSITIF DE SYNCHRONISATION  
ASSOCIE

3 DEMANDEUR (S)

n° SIREN

code APE-NAF

Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

THOMSON multimedia

Forme juridique

S.A

Nationalité (s) FRANCAISE

Adresse (s) complète (s)

Pays

46 quai Alphonse Le Gallo  
92100 BOULOGNE

FRANCE

En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre ☐

4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs

☐ oui

☒ non

Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES

☐ requise pour la 1ère fois

☐ requise antérieurement au dépôt ; joindre copie de la décision d'admission

6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE

pays d'origine

numéro

date de dépôt

nature de la demande

7 DIVISIONS

antérieures à la présente demande n°

date

n°

date

8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE

(nom et qualité du signataire)

Brigitte RUELLAN

SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION

SIGNATURE APRÈS ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI

DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR

(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

DIVISION ADMINISTRATIVE DES BREVETS

26bis, rue de Saint-Petersbourg

75800 Paris Cédex 08

Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

7813939

TITRE DE L'INVENTION :

PROCEDE DE SYNCHRONISATION D'UNE HORLOGE LOCALE D'UN APPAREIL SUR  
L'HORLOGE D'UN RESEAU DE COMMUNICATION SANS FIL ET DISPOSITIF DE  
SYNCHRONISATION ASSOCIE

LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

THOMSON multimedia

DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

- LOPEZ Patrick
- DORE Renaud
- DEMOULIN Vincent
- STRAUB Gilles

domiciliés à :

THOMSON multimedia  
46 quai Alphonse Le Gallo  
92100 BOULOGNE  
FRANCE

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature (s) du (des) demandeur (s) ou du mandataire

Boulogne, le 5 novembre 1998

*B Ruellan*

Brigitte RUELLAN

L'invention concerne un procédé de synchronisation d'une horloge locale d'un appareil sur l'horloge d'un réseau de communication sans fil sur lequel ledit appareil est relié. Elle concerne également un dispositif de synchronisation apte à fonctionner selon ledit procédé dans un tel réseau.

5 L'invention s'applique notamment dans le cadre d'un réseau de communication domestique sans fil.

Dans un bus de type IEEE 1394 décrit dans le standard IEEE 1394-1995, chaque appareil ("noeud" selon la terminologie IEEE 1394) relié au bus  
10 estampille les paquets qu'il émet avec une information temporelle indiquant à quel instant le paquet doit être restitué par l'appareil récepteur.

Chaque appareil (ou "noeud") relié au bus comporte un registre d'horloge de 32 bits, incrémenté à la fréquence horloge du bus, à savoir 24,576 MHz. Ce registre (appelé "Cycle Time Register" selon la terminologie anglaise  
15 du standard IEEE 1394-1995) est divisé en trois plages (les 12 bits de poids le plus faible, les 13 bits de poids intermédiaire et les 7 bits de poids le plus fort), qui sont donc incrémentées respectivement à des fréquences de 24,576 MHz, 8 kHz et 1 kHz.

En présence d'appareils susceptibles de participer à un trafic isochrone, et pour réaliser la synchronisation de ces appareils, l'un d'eux est  
20 élu "appareil ou noeud maître de cycle" ("Cycle master" selon la terminologie anglaise IEEE1394). L'appareil maître de cycle génère un paquet de début de cycle ("cycle start packet" en terminologie anglaise IEEE 1394 ) ou de trame isochrone toutes les 125 µs, ce qui correspond à une fréquence de 8 kHz. Ce  
25 paquet comporte la valeur du registre d'horloge de 32 bits de l'appareil maître de cycle au moment de l'émission. Il est alors prévu qu'un appareil récepteur du paquet asservisse son propre registre de 32 bits aux valeurs reçues de l'appareil maître de cycle.

Le document IEEE 1394-1995 mentionné ci-dessus concerne  
30 l'architecture du bus série. Un standard additionnel, concernant l'interconnection de plusieurs bus par l'intermédiaire de ponts ("bridges" selon le vocabulaire anglais généralement utilisé) est en cours d'élaboration. La dernière version de ce projet actuellement disponible auprès de l'IEEE porte la référence P1394.1 Draft 0.03, et date du 18 octobre 1997.

35 Lorsque l'on interconnecte plusieurs bus au moyen d'un pont sans fil, il est indispensable de transmettre les données isochrones avec le même signal d'horloge pour tous les appareils du réseau. On appellera dans la suite

"portails" ("portals" selon la terminologie adoptée par le document P1394.1) les appareils permettant aux bus d'être reliés par un réseau sans fil. Dans le but de synchroniser l'ensemble du réseau, un des appareils connecté à l'un des bus est élu "appareil maître de cycle du réseau" ("net cycle master" selon la terminologie IEEE 1394). Le portail qui est l'appareil maître de cycle du réseau, ou le portail connecté au bus auquel est connecté l'appareil maître de cycle du réseau, est désigné sous le nom de "serveur de cycle" ("cycle server" selon la terminologie IEEE 1394). C'est le serveur de cycle qui est chargé de transmettre aux autres portails l'horloge en provenance de l'appareil maître de cycle du réseau. Les appareils maîtres de cycle des autres bus se calent ainsi sur l'horloge reçue de leur portails.

Cependant, les horloges locales des portails doivent pouvoir se synchroniser correctement sur l'horloge du serveur de cycle.

L'invention a pour but de proposer une solution permettant de répondre à cette exigence.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de synchronisation d'une horloge locale d'un appareil sur une horloge d'un réseau de communication sans fil auquel ledit appareil est relié, caractérisé en ce que, la transmission de trames étant réalisée selon un mode de type TDMA, ledit procédé comporte les étapes suivantes :

- une étape de détermination du déphasage temporel entre l'horloge du réseau reçue sur une voie de réception et l'horloge locale de l'appareil,
- une étape de correction de l'horloge locale de l'appareil sur la voie de réception en fonction dudit déphasage déterminé, par une première correction de la partie entière du déphasage dans le domaine temporel et une seconde correction de la partie fractionnaire pour la récupération du déphasage résiduel.

Ainsi, l'horloge du réseau ayant été récupérée de manière correcte, l'échantillonnage du signal reçu est réalisé avec la bonne phase, ce qui permettra une réception entre échantillons sans interférences.

Selon un mode de réalisation, une fenêtre de contrôle étant un intervalle de temps prédéterminé dont le début est défini relativement par rapport au début de la trame émise, une fenêtre de contrôle par trame étant attribuée à chaque appareil émetteur, l'étape de détermination comporte une étape de détection d'un motif invariable présent au début de chaque fenêtre

de contrôle attribuée à un appareil émetteur de l'horloge du réseau, ledit motif permettant de fournir l'instant correspondant à l'impulsion d'horloge du réseau.

5                    Selon un mode de réalisation, l'étape de détection est réalisée par corrélation entre l'impulsion de l'horloge du réseau et celle de l'horloge locale de l'appareil. De cette sorte, l'apparition répétée du motif dans les trames reçues permet de préciser la connaissance de l'instant exact du début de la fenêtre de contrôle dédiée à l'appareil de référence. Le maximum  
10 de la corrélation effectuée à un multiple de la fréquence d'échantillonnage de l'horloge locale fournit l'instant de début de la fenêtre de contrôle de l'appareil de référence avec une précision égale à un sous-multiple de la période d'échantillonnage de l'horloge locale.

                    En connectivité incomplète (c'est à dire lorsqu'il n'existe pas de  
15 liaison directe entre au moins deux portails), les informations de contrôle devant être malgré tout propagées dans tout le réseau sans fil, ledit procédé comporte sur une voie d'émission une étape de transmission de l'horloge du réseau déterminée sur la voie de réception. Ainsi, ledit procédé permet de propager l'horloge du réseau et de la transmettre, par exemple, à un appareil  
20 du réseau sans fil ne se trouvant pas en liaison directe avec le serveur du cycle.

                    Selon un mode de réalisation, l'étape de détermination comporte une étape d'asservissement de l'impulsion de l'horloge du réseau.

                    Selon un mode de réalisation, ladite correction de la partie entière  
25 est réalisée par déphasage de l'impulsion de l'horloge locale à un sous-multiple de la période d'échantillonnage de l'appareil.

                    Selon un mode de réalisation, ladite seconde correction de la partie fractionnaire est réalisée dans le domaine fréquentiel par rotation de vecteurs traduisant les échantillons reçus.

30                    Selon un mode de réalisation, ladite étape de détermination du déphasage temporel est employée pour une troisième correction de partie entière dudit déphasage et une quatrième correction de partie fractionnaire à réaliser sur l'horloge locale émise sur une voie d'émission.

                    Selon un mode de réalisation, ladite quatrième correction est  
35 réalisée dans le domaine fréquentiel par interpolation des vecteurs traduisant les échantillons émis.

Selon un mode de réalisation, les corrections de partie fractionnaire sont réalisées dans le domaine temporel par interpolation.

5 Selon un mode de réalisation, le déphasage introduit sur la voie d'émission est supérieur à celui introduit sur la voie de réception, afin de tenir compte, lors de l'émission des trames, du temps de traitement dû au codage, à l'adressage de la constellation, la modulation des symboles et en vue d'anticiper ce temps de traitement lors de l'établissement de l'horloge à émettre.

10 L'invention a également pour objet un dispositif de synchronisation convenant à la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes pour la synchronisation d'une horloge locale d'un appareil sur l'horloge d'un réseau de communication sans fil auquel ledit appareil est relié, caractérisé en ce que, la transmission de trames étant réalisée selon un mode  
15 de type TDMA, ledit dispositif comporte :

- des moyens de détermination du déphasage temporel entre l'horloge du réseau reçue sur une voie de réception et l'horloge locale de l'appareil,
- un premier ensemble de moyens de correction de l'horloge locale  
20 de l'appareil sur la voie de réception en fonction dudit déphasage déterminé, comprenant des premiers moyens de correction de la partie entière du déphasage dans le domaine temporel et des seconds moyens de correction de la partie fractionnaire du déphasage apte à récupérer le déphasage résiduel.

25 Selon un mode de réalisation, lesdits moyens de détermination comprennent un corrélateur destiné à fournir l'impulsion d'horloge du réseau à un sous-multiple de la période d'échantillonnage du dispositif près et un bloc d'asservissement de l'horloge locale pour le verrouillage de l'horloge locale sur l'horloge du réseau.

30 Selon un mode de réalisation, ledit premier ensemble de moyens de correction comprend :

- un premier bloc de déphasage temporel sur la voie de réception pour le déphasage de l'impulsion d'horloge locale d'un retard correspondant à la partie entière dudit déphasage déterminé,
- un premier bloc de traitement pour le déphasage correspondant à  
35 la partie fractionnaire déterminée sur la voie de réception.

Selon un mode de réalisation, ledit dispositif de synchronisation comprend un second ensemble de moyens de correction de l'horloge locale de



l'appareil sur une voie d'émission en fonction dudit déphasage déterminé, comprenant des troisièmes moyens de correction de la partie entière du déphasage dans le domaine temporel et des quatrièmes moyens de correction de la partie fractionnaire apte à récupérer le déphasage résiduel.

5 Selon un mode de réalisation, ledit second ensemble de moyens de correction comprend :

- un second bloc de déphasage sur la voie d'émission pour le déphasage de l'impulsion de l'horloge locale d'un retard correspondant à la partie entière dudit déphasage déterminé,
- 10 - un second bloc de traitement pour le déphasage correspondant à la partie fractionnaire déterminée sur la voie de réception.

Selon un mode de réalisation, lesdits premier et second blocs de traitement comportent respectivement un bloc de calcul de la Transformée de Fourier, un bloc de calcul de la transformée de Fourier Inverse, chacun des  
15 blocs de traitement comportant un déphaseur apte à appliquer, dans le domaine fréquentiel, une rotation des vecteurs représentant les échantillons de la trame.

Selon un mode de réalisation, lesdits premier et second blocs de traitement comportent respectivement un interpolateur apte à interpoler le  
20 déphasage correspondant à la partie fractionnaire déterminée et à retarder l'horloge de l'appareil d'un retard calculé sur la voie d'émission.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description de l'exemple de réalisation qui va suivre, pris à  
25 titre d'exemple non limitatif, en référence aux figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1 représente un diagramme représentant trois bus IEEE 1394 reliés par un pont constitué de trois portails communiquant entre eux par  
30 transmission sans fil,

- la figure 2 représente un dispositif de synchronisation selon un mode de réalisation de l'invention,

- la figure 3 représente un dispositif de synchronisation selon une variante de l'invention.

35

Pour simplifier la description, les mêmes références seront utilisées pour désigner les éléments remplissant des fonctions identiques.

Bien que l'exemple de réalisation concerne des bus IEEE 1394 et un réseau sans fil associé, et que la description utilise certains termes issus de la terminologie associée avec ce type de bus, l'invention ne se limite pas au bus IEEE 1394 et peut s'appliquer dans d'autres environnements.

5

La figure 1 représente un réseau constitué de trois bus de type IEEE 1394, référencés 1, 2 et 3, interconnectés par un réseau sans fil 50 auquel les bus sont reliés respectivement par des appareils dits "portails" ("portals" selon la terminologie adoptée par le document P1394.1) WL1, WL2 et WL3. Les portails communiquent entre eux par transmission sans fil, en radiofréquences selon le présent cas de figure. On considère que la réunion des portails constitue ce que l'on appellera dans la suite un "pont" sans fil, réalisant l'interconnection des bus.

10

Ces portails WL1, WL2, WL3 sont chacun également membres respectivement des bus 1, 2, 3, et constituent donc des noeuds au sens du standard IEEE 1394 au même titre que d'autres appareils 5, 6 connectés aux bus. Dans le but de synchroniser l'ensemble du réseau, l'appareil 4 connecté au bus 1 est élu "appareil maître de cycle du réseau" ("net cycle master" selon la terminologie IEEE 1394). Il est à noter que cette notion est plus large que celle de "maître de cycle" qui est limitée à un bus. L'appareil 4 maître de cycle du réseau, qui peut également être l'un des portails, est désigné par le gestionnaire du pont ("bridge manager" selon la terminologie IEEE 1394) parmi les appareils maîtres de cycle des différents bus.

15

20

Le portail WL1 étant le portail connecté au bus auquel est connecté l'appareil 4 maître de cycle du réseau, est désigné sous le nom de "serveur de cycle" ("cycle server" selon la terminologie IEEE 1394). En l'occurrence, l'appareil WL1 est le serveur de cycle. C'est le serveur de cycle WL1 qui est chargé de transmettre aux autres appareils portails WL2, WL3 l'horloge en provenance de l'appareil 4 maître de cycle du réseau. Les appareils maîtres de cycle des autres bus 2, 3 se caleront sur l'horloge reçue de leur appareils portails respectifs WL2, WL3.

25

30

Le réseau sans fil utilise un mécanisme du type TDMA (pour 'Time Division Multiplex Access' en langue anglaise) pour l'accès au canal de transmission sans fil, une trame TDMA étant subdivisée en fenêtres pendant lesquelles les appareils peuvent transmettre. Une fenêtre de contrôle est un intervalle de temps prédéterminé dont le début est défini relativement par

35

rapport au début de la trame, une fenêtre de contrôle par trame étant attribuée à chaque appareil portail du réseau sans fil susceptible d'émettre

L'appareil portail WL1 envoie l'horloge du réseau dans le réseau sans fil, qui est reçue au niveau des appareils WL2, WL3. Pour une  
 5 meilleure clarté, on se limitera dans la suite à l'explication de la synchronisation de l'appareil 5 sur l'horloge. Bien entendu, cette explication peut être étendue à tout autre appareil du réseau sans fil. Dans le cas particulier où un appareil non représenté du réseau sans fil est en connectivité incomplète avec l'appareil WL1, c'est à dire que l'appareil n'est  
 10 pas en liaison directe avec l'appareil WL1, on considérera que l'appareil se synchronise avec l'horloge d'un appareil avec lequel il est en liaison directe et qui est apte à véhiculer l'horloge du réseau.

La figure 2 représente un dispositif 7 de synchronisation compris dans l'appareil WL2 selon un premier mode de réalisation de l'invention. Ce  
 15 dispositif 7 comporte deux voies 8, 9 respectivement de réception et d'émission reliées au réseau sans fil 50. Le dispositif 7 comporte sur sa voie de réception 8 recevant les trames TDMA un corrélateur 10 de phase en parallèle d'un premier bloc de déphasage 11 comportant une ligne à retard connue en soi et apte à appliquer un retard variable sur l'instant  
 20 d'échantillonnage de l'horloge locale. Le fonctionnement de ce circuit sera explicité ci-après. La sortie du corrélateur 10 est reliée à l'entrée d'un estimateur de phase 12 dont une autre entrée est reliée à la sortie d'un premier intégrateur 13 apte à accumuler le déphasage de l'horloge locale avec celle du réseau reçue sur la voie de réception. La sortie de l'estimateur  
 25 de phase 12 est connectée à l'entrée d'un filtre de boucle 14 dont la sortie délivre l'erreur de phase à l'intégrateur de phase 13 et à un second intégrateur de phase 130. Sur la voie de réception, l'intégrateur 13 commande une entrée du bloc de déphasage 11 et d'un déphaseur 15 alors que, sur la voie d'émission, l'intégrateur 130 commande une entrée d'un  
 30 second bloc de déphasage 16 et d'un déphaseur 17. Une sortie du bloc de déphasage 11 est reliée à un bloc 18 de calcul de Transformée de Fourier délivrant des échantillons dans le domaine fréquentiel au déphaseur 16. La sortie du déphaseur 16 qui est la sortie du dispositif 7 est quant à elle reliée, par exemple, à un bloc de décodage de constellation ("Constellation  
 35 Demapping block" en langue anglaise) qui attaque un décodeur Viterbi, non représentés.

Le dispositif 7 comporte en entrée de sa voie d'émission 9 le déphaseur 17 commandé par l'intégrateur 130 dont la sortie est reliée à un bloc 19 de calcul de la Transformée de Fourier Inverse apte à transmettre les échantillons dans le domaine temporel. Ces échantillons sont alors  
 5 délivrés au bloc de déphasage 16. L'entrée du dispositif 7 du côté de la voie d'émission est reliée, par exemple, à un circuit d'adressage de constellation suivi d'un circuit de codage, non représentés. L'intégrateur 13 commande le déphaseur 17 et le second bloc de déphasage 16. La sortie de ce dernier est la sortie du dispositif 7 qui émet une horloge synchronisée avec celle du  
 10 réseau, comme explicitée ci-dessous.

Selon le mode de réalisation représenté sur la figure 2, l'appareil WL1 émet, autant en phase d'acquisition (c'est à dire après redémarrage du réseau, par exemple) qu'en régime permanent, le préambule P connu de tous les appareils du réseau sans fil, au début de la fenêtre de contrôle qui  
 15 lui est dédiée. Selon une variante, pour économiser de l'énergie, le préambule n'est émis que périodiquement une fois toutes les  $q$  fenêtres de contrôle, avec  $q$  entier positif. Le dispositif 7 détecte la présence de ce préambule P connu par opération classique de corrélation grâce au corrélateur 10. Le maximum de la corrélation est effectuée à un multiple de  
 20 la fréquence d'échantillonnage du dispositif 7, fournissant l'instant de début de la fenêtre de contrôle de l'appareil WL1 avec une précision égale à un sous-multiple de la période d'échantillonnage du dispositif 7. En effet, le corrélateur 10 transmet un signal compris entre 0 et 1 dont la valeur maximale correspond à la détection du préambule P. L'estimateur de phase  
 25 12 reçoit ce dernier signal et le compare avec le signal de sortie de l'intégrateur 13. Ainsi, l'estimateur de phase 12 délivre une tension continue qui est fonction de la différence de phase entre les deux signaux appliqués à son entrée. Le filtre de boucle 14 laisse passer cette tension et la délivre aux premier et second intégrateurs 13, 130. De cette sorte, tant  
 30 que le corrélateur 10 n'a pas détecté le préambule P au début de la fenêtre de contrôle, l'intégrateur 13 est incrémenté jusqu'au verrouillage sur l'instant de l'horloge du réseau. Le temps de verrouillage peut bien entendu être amélioré en fonction du gain du filtre de boucle 14.

Une fois que le déphasage temporel entre l'horloge du réseau et  
 35 celle du dispositif 7 a été enregistré par l'intégrateur 13, celui-ci commande au bloc de déphasage 11 un déphasage de l'horloge locale d'une valeur équivalent à la partie entière du déphasage enregistré. Par exemple, si

l'horloge locale a été déterminée comme ayant un retard de 8,3 bits par rapport à l'horloge du réseau, les intégrateurs 13, 130 commandent respectivement un déphasage temporel de 8 bits aux circuits de déphasage 11, 16. La différence de phase d'échantillonnage résiduelle 0,3 bit est alors  
 5 inférieure au sous-multiple de la période d'échantillonnage considérée. Les échantillons arrivant selon une logique temporelle sont alors appliqués au bloc 18 de calcul de la Transformée de Fourier qui les transpose dans le plan fréquentiel. Or, il est bien connu qu'une différence de phase temporelle dans le domaine temporel se traduit par une rotation de vecteurs (I, Q)  
 10 obtenus en sortie du bloc 18. La correction fine de la phase d'échantillonnage consiste alors à appliquer une rotation linéaire inverse des vecteurs de sortie du bloc 18, la pente de cette phase linéaire étant fournie par la partie fractionnaire calculée par l'intégrateur 13.

Lorsque le dispositif 7 doit émettre à son tour, il utilise  
 15 l'information de déphasage obtenue par l'intégrateur 130 et utilise le principe vu ci-dessus pour le calage sur la voie de réception en vue de l'émission de l'horloge. Les vecteurs dans le domaine fréquentiel en entrée subissent une correction d'un déphasage linéaire correspondant à la partie fractionnaire du déphasage mesuré par l'intégrateur 130, et les échantillons  
 20 de sortie du bloc 19 subissent dans le domaine temporel un déphasage correspondant à la partie entière de la correction à apportée sur l'horloge locale. On notera que le déphasage introduit sur la voie d'émission est supérieur à celui introduit sur la voie de réception afin de tenir compte du temps de traitement nécessaire à l'émission des trames.

25 Cette solution d'exploitation du domaine fréquentiel pour la correction fine du déphasage est avantageuse lorsque diverses perturbations peuvent gêner la propagation des ondes tel que les échos multiples, auquel cas il est préférable d'utiliser une modulation multiporteuse du type OFDM.

La figure 3 représente un dispositif de synchronisation 20 selon  
 30 une variante du dispositif 7. Dans cette variante, sur la voie de réception 8, le bloc 18 et le déphaseur 15 sont remplacés par un interpolateur apte à procéder à la correction de la partie fractionnaire par interpolation dans le domaine temporel. De façon parallèle, sur la voie d'émission, le bloc 19 et le déphaseur 17 sont remplacés par un interpolateur 22 également apte à  
 35 procéder à la correction de la partie fractionnaire par interpolation dans le domaine temporel.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de synchronisation d'une horloge locale d'un appareil  
5 (WL2, WL3) sur une horloge d'un réseau de communication sans fil (50) auquel  
ledit appareil (WL2, WL3) est relié, caractérisé en ce que, la transmission de  
trames étant réalisée selon un mode de type TDMA, ledit procédé comporte les  
étapes suivantes :
- une étape de détermination du déphasage temporel entre l'horloge  
10 du réseau reçue sur une voie de réception (8) et l'horloge locale de l'appareil  
(WL2, WL3),
  - une étape de correction de l'horloge locale de l'appareil (WL2,  
WL3) sur la voie de réception (8) en fonction dudit déphasage déterminé, par  
une première correction de la partie entière du déphasage dans le domaine  
15 temporel et une seconde correction de la partie fractionnaire pour la  
récupération du déphasage résiduel.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une  
fenêtre de contrôle par trame étant attribuée à chaque appareil émetteur du  
réseau sans fil, l'étape de détermination comporte une étape de détection  
20 d'un motif invariable présent au début de chaque fenêtre de contrôle  
attribuée à un appareil émetteur (WL1) de l'horloge du réseau, ledit motif  
permettant de fournir l'instant correspondant à l'impulsion d'horloge du  
réseau.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'étape  
25 de détection est réalisée par corrélation entre l'impulsion de l'horloge du  
réseau et celle de l'horloge locale de l'appareil (WL2, WL3).
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce  
que l'étape de détermination comporte une étape d'asservissement de  
l'impulsion de l'horloge du réseau.
- 30 5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce  
que ladite correction de la partie entière est réalisée par déphasage de  
l'impulsion de l'horloge locale à un sous-multiple de la période  
d'échantillonnage de l'appareil (WL2, WL3).
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce  
35 que ladite seconde correction de la partie fractionnaire est réalisée dans le  
domaine fréquentiel par rotation de vecteurs traduisant les échantillons reçus.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ladite étape de détermination du déphasage temporel est employée pour une troisième correction de partie entière dudit déphasage et une quatrième correction de partie fractionnaire à réaliser sur l'horloge locale émise sur une  
5 voie d'émission.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite quatrième correction est réalisée dans le domaine fréquentiel par interpolation des vecteurs traduisant les échantillons émis.

9. Procédé selon l'une des revendications 7 à 8, caractérisé en ce  
10 que les corrections de partie fractionnaire sont réalisées dans le domaine temporel par interpolation.

10. Procédé selon l'une des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que le déphasage introduit sur la voie d'émission est supérieur à celui introduit sur la voie de réception.

11. Dispositif de synchronisation convenant à la mise en oeuvre du  
15 procédé selon l'une des revendications précédentes pour la synchronisation d'une horloge locale d'un appareil (WL2, WL3) sur l'horloge d'un réseau de communication sans fil (50) auquel ledit appareil (WL2, WL3) est relié, caractérisé en ce que, la transmission de trames étant réalisée selon un mode  
20 de type TDMA, ledit dispositif comporte :

- des moyens de détermination (10; 12; 14; 13; 130) du déphasage temporel entre l'horloge du réseau reçue sur une voie de réception (8) et l'horloge locale de l'appareil (WL2, WL3),

- un premier ensemble de moyens de correction (11; 15; 18; 21) de  
25 l'horloge locale de l'appareil sur la voie de réception (8) en fonction dudit déphasage déterminé, comprenant des premiers moyens de correction (11) de la partie entière du déphasage dans le domaine temporel et des seconds moyens de correction (15; 18; 21) de la partie fractionnaire du déphasage apte à récupérer le déphasage résiduel.

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que lesdits  
30 moyens de détermination (10; 12; 14; 13; 130) comprennent un corrélateur (10) destiné à fournir l'impulsion d'horloge du réseau (50) à un sous-multiple de la période d'échantillonnage du dispositif (7) près et un bloc d'asservissement (12; 14; 13) de l'horloge locale pour le verrouillage de l'horloge locale sur l'horloge  
35 du réseau.

13. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 12, caractérisé en ce que ledit premier ensemble de moyens de correction (11; 15; 18; 21) comprend :

- 5 - un premier bloc de déphasage temporel (11) sur la voie de réception (8) pour le déphasage de l'impulsion d'horloge locale d'un retard correspondant à la partie entière dudit déphasage déterminé,
- un premier bloc de traitement (15; 18; 21) pour le déphasage correspondant à la partie fractionnaire déterminée sur la voie de réception (8).

10 14. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 13, caractérisé en ce que ledit dispositif de synchronisation comprend un second ensemble de moyens de correction (11; 17; 19; 22) de l'horloge locale de l'appareil (WL2, WL3) sur une voie d'émission (9) en fonction dudit déphasage déterminé, comprenant des troisièmes moyens de correction (16) de la partie entière du déphasage dans le domaine temporel et des quatrièmes moyens de correction  
15 (17; 19; 22) de la partie fractionnaire apte à récupérer le déphasage résiduel.

15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que ledit second ensemble de moyens de correction (11; 17; 19; 22) comprend :

- 20 - un second bloc de déphasage (16) sur la voie d'émission (9) pour le déphasage de l'impulsion de l'horloge locale d'un retard correspondant à la partie entière dudit déphasage déterminé,
- un second bloc de traitement (17; 19; 22) pour le déphasage correspondant à la partie fractionnaire déterminée sur la voie de réception (9).

25 16. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce que lesdits premier (15; 18; 21) et second (17; 19; 22) blocs de traitement comportent respectivement un bloc de calcul de la Transformée de Fourier (18), un bloc de calcul de la transformée de Fourier Inverse (19), chacun des blocs de traitement ((15; 18; 21); (17; 19; 22)) comportant un déphaseur (15; 17) apte à appliquer, dans le domaine fréquentiel, une rotation des vecteurs représentant les échantillons de la trame.

30 17. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce que lesdits premier (15; 18; 21) et second (17; 19; 22) blocs de traitement comportent respectivement un interpolateur (21; 22) apte à interpoler le déphasage correspondant à la partie fractionnaire déterminée et à retarder l'horloge de l'appareil d'un retard calculé sur la voie d'émission (9).



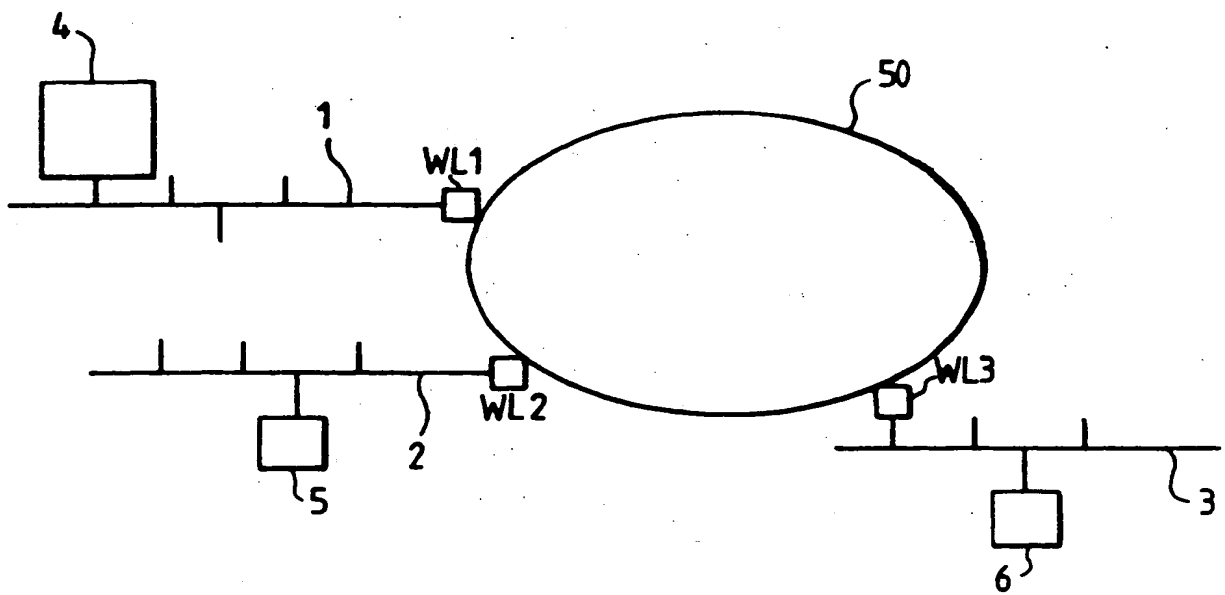


FIG.1

